

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الحمد لله الذي هدانا لهذا
الذي كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله
والحمد لله رب العالمين

دانشگاه علم و فرهنگ

دانشکده فنی

گروه مهندسی صنایع

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع

**شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای بهبود مصرف انرژی در
صنعت با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره
(مطالعه موردی فولاد آلیاژی ایران)**

استاد راهنما: جناب آقای دکتر علی‌رضا غلامی

دانشجو: امیر باصولی

شهریور ۱۳۸۸

چکیده

محدودیت منابع، رشد نیازها و خواسته‌های بشر فضایی را ایجاد کرده است که هرگونه فعالیت اقتصادی بدون توجه به عامل بهره‌وری موفقیتی زیادی نخواهد داشت. این امر به خصوص در مبحث انرژی از اهمیت زیادی برخوردار است. بدون تردید فولاد یکی از کالاهای مهم و استراتژیک کشور و جزء مهمترین کالاها در صنعت کشور می‌باشد. تقریباً کمابیش کاستی‌هایی در زمینه فولاد وجود داشته است. یکی از علل عمده کاستی در این زمینه مقدار تولید و عرضه فولاد در داخل کشور می‌باشد که به ندرت توانسته با شدت استفاده از فولاد در الگوی مصرف برابری داشته باشد. در این میان بالا بردن کارایی و بهره‌وری عوامل تولید کارخانجات فولاد را **می‌توان** یکی از راههای افزایش تولید و رسیدن به ظرفیت اسمی کارخانجات دانست. از این رو برای بهبود بهره‌وری عوامل مؤثر در تولید فولاد لازم است با بهره‌گیری از شیوه‌ها و متدهای علمی، تحقیقات کاربردی متناسب با شرایط و امکانات کشور اجرا نموده و در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های آتی از یافته‌های آنها استفاده کرد.

برای دستیابی به این امر، در این تحقیق روشی برای ارتقا بهره‌وری انرژی و بهبود مصرف انرژی با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در یک سازمان ارائه شده است. در این روش ابتدا میزان مصرف انرژی در صنعت فولاد مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس با مقایسه میزان مصرف در ایران با میانگین جهانی، عوامل بالا بودن شاخص مصرف تعیین می‌گردد. در ادامه برای شناسایی راهکارهای بهبود از نتایج ممیزی انرژی و نظر خبرگان استفاده می‌شود. سپس با استفاده از پرسشنامه، وزن معیارهای تصمیم‌گیری به روش آنتروپی محاسبه می‌گردد. در قدم بعدی با مطالعات کتابخانه‌ای و استفاده از نظرات گروه خبره، معیارها و عوامل کیفی مؤثر در ارزیابی راهکارهای بهبود مصرف انرژی در صنعت فولاد آلیاژی ایران را شناسایی می‌شود. تکنیک استفاده از نظر خبرگان در این تحقیق، روش دلفی است. سپس راهکارهای به دست آمده، بوسیله تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره رتبه‌بندی شده است. تکنیک‌های استفاده شده در این تحقیق SAW, ELECTRE, TOPSIS می‌باشند. به دلیل مشاهده نتایج مختلف، از تکنیک‌های ادغامی میانگین رتبه‌ها، بردا و کپلند برای رسیدن به رتبه‌ی نهایی استفاده گردید. با توجه به دقت بیشتر روش کپلند در ادغام، نتایج به دست آمده در این روش نشانگر رتبه‌بندی نهایی راهکارهای بهبود مصرف انرژی در فولاد آلیاژی ایران می‌باشد.

Abstract

Resource constraints and daily growth of human needs and desires have made a situation in which any business will never make a successful effort unless focusing on the productivity issue, especially on energy consumption. There is no doubt that steel industry plays a strategic role in Iran. Actually an imbalanced situation can be seen in local supply and demand patterns for this important material. According to this, improving the efficiency and productivity of production factors in steel manufacturing companies is supposed to be a way towards increasing production rate. Hence, there is a need for applying the latest academic methods in practical researches so that micro and macro economical and political planners can use the findings.

To achieve this goal, a productivity and energy consumption improvement method is presented using Multi-Criteria Decision Making approaches. The energy consumption level will be studied and the most important factors of high level of energy consumption in Iran will be clarified. An expert team will suggest some consumption improvement solutions. Additionally, the Energy Audition report for steel industry will be analyzed. By a questionnaire and the Entropy Method, criteria rational weights will be calculated. In the next step, decision making criteria and the qualitative factors for evaluating the energy consumption improvement solutions in Iran Alloy Steel Company will be determined by the expert team, using Delphi Method. The alternatives will be ranked by SAW, ELECTRE and TOPSIS methods. The ranking results will be compared and the aggregating methods of Ranks' Mean, BORDA and COPLAND will be applied to determine the final rankings. Finally, The COPLAND method result will be accepted as the final ranks for energy consumption improvement solutions in the Iran Alloy Steel Company, because of more accuracy.

فهرست

صفحه	عنوان
	فصل اول: معرفی و کلیات
۱	۱-۱ مقدمه
۲	۲-۱ بیان مساله و تعریف تحقیق
۳	۳-۱ ضرورت انجام تحقیق
۴	۴-۱ اهداف تحقیق
۵	۵-۱ سوالات تحقیق
۵	۶-۱ فرضیات تحقیق
۵	۷-۱ محدودیت‌های تحقیق
۵	۸-۱ مروری بر تحقیقات پیشین
۹	۹-۱ کلیات تحقیق
	فصل دوم: مدیریت انرژی
۱۱	۱-۲ مقدمه
۱۲	۲-۲ اصول صرفه‌جویی انرژی
۱۳	۳-۲ گام‌های صرفه‌جویی انرژی
۱۴	۴-۲ ماتریس مدیریت انرژی و جایگاه آن در برنامه‌ریزی
۱۷	۵-۲ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
	فصل سوم: اهمیت صرفه‌جویی انرژی در صنعت

۲۰	مقدمه	۱-۳
۲۰	چگونگی مصرف انرژی در صنعت	۲-۳
۲۲	مصرف انرژی در بخش صنعت کشور	۳-۳
۲۳	چگونگی پرداخت یارانه مصرف انرژی در کشور	۴-۳
۲۳	شاخص مصرف انرژی	۵-۳
۲۴	تکنولوژی نامناسب	۱-۵-۳
۲۴	فرهنگ نامناسب مصرف انرژی	۲-۵-۳
۲۴	ارزان بودن قیمت انرژی	۳-۵-۳
۲۶	جمع‌بندی و نتیجه‌گیری	۶-۳
	فصل چهارم: فولاد و انرژی	
۲۸	مقدمه	۱-۴
۲۸	چشم‌انداز و ساختار صنعت فولاد	۲-۴
۲۹	مصرف انرژی در فولاد	۳-۴
۳۱	جمع‌بندی و نتیجه‌گیری	۴-۴
	فصل پنجم: روش تحقیق	
۳۴	مقدمه	۱-۵
۳۴	روش تحقیق	۲-۵
۳۵	جامعه آماری	۳-۵
۳۵	ابزار و شیوه جمع‌آوری اطلاعات	۴-۵

۳۶	مدل مفهومی تحقیق	۵-۵
۳۶	مبانی نظری تحقیق	۱-۵-۵
۳۷	شناسایی وضعیت موجود کارخانه فولاد آلیاژی و ارائه راهکارهای بهبود مصرف انرژی	۲-۵-۵
۳۷	شناسایی شاخص های مناسب جهت ارزیابی و اولویت بندی	۳-۵-۵
۳۸	اولویت بندی راهکارها	۴-۵-۵
۳۹	پایایی و روایی ابزار جمع آوری اطلاعات	۶-۵
۳۹	قلمرو مکانی تحقیق	۷-۵
۳۹	قلمرو زمانی تحقیق	۸-۵
۳۹	قلمرو موضوعی	۹-۵
۴۰	معرفی تکنیک های مورد استفاده در تحقیق	۱۰-۵
۴۱	روش آنالیز	۱-۱۰-۵
۴۳	مدل SAW	۲-۱۰-۵
۴۳	روش TOPSIS	۳-۱۰-۵
۴۵	روش ELECTRE	۴-۱۰-۵
۴۸	تکنیک های ادغام	۵-۱۰-۵
۴۸	روش میانگین رتبه ها	۱-۵-۱۰-۵
۴۸	روش بُردا	۲-۵-۱۰-۵
۴۸	روش کُپلند	۳-۵-۱۰-۵
۴۹	تعیین روش تصمیم گیری گروهی	۶-۱۰-۵

۴۹ ۷-۱۰-۵ روش دلفی

۵۰ ۱۱-۵ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

فصل ششم: راهکارهای بهبود مصرف انرژی

۵۲ ۱-۶ مقدمه

۵۲ ۲-۶ شناسایی فرصت‌های بهبود از دیدگاه مدیریتی و فنی

۵۳ ۳-۶ فرصت‌های بهبود انرژی در فولاد آلیاژی ایران از دیدگاه مدیریتی

۵۳ ۱-۳-۶ تعیین جایگاه مدیریت انرژی در فولاد آلیاژی ایران

۵۶ ۲-۳-۶ استراتژی فولاد آلیاژی ایران در رابطه با انرژی

۵۶ ۱-۲-۳-۶ استراتژیهای کلان کارخانه

۵۷ ۲-۲-۳-۶ استراتژیهای خرد

۵۷ ۱-۲-۲-۳-۶ استراتژیهای منابع انسانی

۵۷ ۲-۲-۲-۳-۶ استراتژی منابع مالی

۵۸ ۳-۲-۲-۳-۶ استراتژی تجهیزات

۵۸ ۴-۲-۲-۳-۶ استراتژی مواد

۵۸ ۵-۲-۲-۳-۶ استراتژی ساختمان‌ها

۵۸ ۶-۲-۲-۳-۶ استراتژی مدیریت تکنولوژی

۵۸ ۷-۲-۲-۳-۶ استراتژی مدیریت اطلاعات و دانش

۶۰ ۳-۳-۶ ساختار سازمانی مدیریت انرژی در فولاد آلیاژی ایران

۶۱	پایش انرژی	۴-۳-۶
۶۱	آموزش و آگاه سازی کارکنان	۵-۳-۶
۶۳	فرصت‌های بهبود مصرف انرژی در کارخانه فولاد آلیاژی ایران از دیدگاه فنی	۴-۶
۶۳	فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی در کوره‌های قوس الکتریکی	۱-۴-۶
۶۳	بررسی فرصت‌های صرفه‌جویی کم‌هزینه در مصرف انرژی الکتریکی	۱-۱-۴-۶
۶۳	محاسبه تلفات انرژی الکتریکی ناشی از بالا بودن دمای تخلیه	۱-۱-۱-۴-۶
۶۴	محاسبه تلفات انرژی الکتریکی ناشی از بالا بودن زمان ذوب (توقفات)	۲-۱-۱-۴-۶
۶۵	محاسبه پتانسیل صرفه‌جویی انرژی به وسیله تزریق اکسیژن کافی	۳-۱-۱-۴-۶
۶۶	ایجاد سرباره پفکی در کوره‌های قوس	۴-۱-۱-۴-۶
۶۶	بررسی فرصت‌های صرفه‌جویی پرهزینه در مصرف انرژی الکتریکی	۲-۱-۴-۶
۶۶	پیش گرم کردن قراضه در کوره‌های قوس	۱-۲-۱-۴-۶
۶۶	فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی در کوره‌های پیشگرم	۲-۴-۶
۶۷	کاهش هوای اضافی	۱-۲-۴-۶
۶۸	باز یافت حرارت از بخش جابجایی	۲-۲-۴-۶
۶۹	پایین آوردن درجه حرارت تختال خروجی از کوره	۳-۲-۴-۶
۶۹	بهبود نرخ انتقال حرارت و الگوی جریان	۳-۴-۶
۶۹	مشعل‌ها و سیستم احتراق	۱-۳-۴-۶
۷۰	کنترل فشار کوره و جلوگیری از نفوذ هوای سرد به داخل کوره	۲-۳-۴-۶
۷۰	کنترل کامپیوتری دمای کوره	۳-۳-۴-۶

۷۱	کاهش افت حرارتی از کوره	۴-۳-۴-۶
۷۱	بازیافت انرژی گرمایی از دودکش کوره‌های پیشگرم	۴-۴-۶
۷۱	تولید بخار	۱-۴-۴-۶
۷۲	اتاق پاشش گازهای خروجی	۲-۴-۴-۶
۷۲	تولید الکتریسیته	۳-۴-۴-۶
۷۲	پتانسیل کاهش مصرف انرژی در کوره‌های پیشگرم کارخانه فولاد آلیاژی ایران	۵-۴-۶
۷۲	محاسبه بار حرارتی اتلافی از کوره پیشگرم نورد سنگین فولاد آلیاژی ایران	۱-۵-۴-۶
۷۳	محاسبه بار حرارتی اتلافی از کوره پیشگرم نورد سبک فولاد آلیاژی ایران	۲-۵-۴-۶
۷۳	بررسی روش‌های بازیافت انرژی از کوره‌های پیشگرم فولاد آلیاژی ایران	۶-۴-۶
۷۴	جمع بندی فرصت‌های صرفه‌جویی انرژی در کوره‌های پیشگرم	۷-۴-۶
۷۵	راهکارهای کاهش مصرف انرژی در سیستم پمپاژ و آبرسانی	۸-۴-۶
۷۶	حذف ریسیرکولاسیون بیهوده در سیستم های پمپاژ در کارخانه فولاد آلیاژی ایران	۹-۴-۶
۷۶	کاهش مصرف غیرضروری (بیش از اندازه) آب برای قوس الکتریکی	۱-۹-۴-۶
۷۶	استفاده از درایور متغیر (VSD)	۲-۹-۴-۶
۷۷	استفاده از راه انداز	۳-۹-۴-۶
۷۷	فرصت‌های صرفه‌جویی در سیستم هوای فشرده	۱۰-۴-۶
۷۷	جمع‌بندی و نتیجه‌گیری	۵-۶
فصل هفتم: اولویت‌بندی راهکارهای بهبود		
۸۱	مقدمه	۱-۷

۸۲	۲-۷ شناسایی شاخص‌های ارزیابی
۸۲	۱-۲-۷ زمان انجام کار
۸۳	۲-۲-۷ استفاده از تکنولوژی موجود برای انجام راهکار
۸۳	۳-۲-۷ تاثیر راهکار در میزان کاهش مصرف انرژی
۸۳	۴-۲-۷ هزینه اجرای راهکار
۸۳	۳-۷ تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری
۸۴	۴-۷ تعیین اهمیت نسبی شاخص‌ها
۸۵	۵-۷ اولویت‌بندی راهکارها به روش ELECTRE
۸۶	۶-۷ اولویت‌بندی راهکارها به روش TOPSIS
۸۷	۷-۷ اولویت‌بندی راهکارها به روش SAW
۸۸	۸-۷ ادغام
۸۸	۱-۸-۷ روش میانگین رتبه‌ها
۸۹	۲-۸-۷ روش بردا
۹۰	۳-۸-۷ روش کپ‌لند
۹۰	۹-۷ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
	فصل هشتم: جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
۹۳	۱-۸ شناسایی فرصت‌های بهبود از دیدگاه مدیریتی

۹۴ ۲-۸ شناسایی راهکارهای بهبود مصرف انرژی در کارخانه فولاد آلیاژی ایران از دیدگاه فنی

۹۶ ۳-۸ اولویت بندی راهکارها بهبود مصرف انرژی در کارخانه فولاد آلیاژی ایران

۹۸ ۴-۸ پیشنهاد برای تحقیقات آتی

۹۹ منابع

۱۰۲ پیوست

فصل اول

معرفی و کلیات

انسان از دیرباز در اندیشه استفاده مؤثر و مفید از توانایی‌ها، امکانات و منابعی که در اختیار داشته، بوده اما در دنیای صنعتی امروز این امر بیش از هر زمان دیگری مورد توجه قرار گرفته است. محدود بودن منابع سوخت فسیلی، افزایش بی‌رویه مصرف انرژی و به تبع آن افزایش فرایندهای گازهای گلخانه‌ای و گسترش آلودگی محیط زیست سبب شده که موضوع کاهش مصرف انرژی و بهینه‌سازی مصرف آن از اولویت‌های اساسی در بخش انرژی کشور محسوب گردد.

بدون تردید فولاد یکی از کالاهای مهم و استراتژیک کشور و جزء مهمترین کالاها در صنعت کشور می‌باشد. بالا بردن کارایی و بهره‌وری عوامل تولید از جمله انرژی در کارخانجات فولاد را می‌توان یکی از راههای افزایش تولید و رسیدن به ظرفیت اسمی کارخانجات دانست. از این رو برای بهبود بهره‌وری عوامل مؤثر در تولید فولاد لازم است با بهره‌گیری از شیوه‌ها و متدهای علمی، تحقیقات کاربردی متناسب با شرایط و امکانات کشور اجرا نموده و در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاریهای آتی از یافته‌های آنها استفاده کرد.

۲-۱ بیان مساله و تعریف تحقیق

اقتصاددانان برای بهره‌وری و نقش آن در توسعه اهمیت زیادی قائلند. تأکید در این مورد به حدی است که برخی از آنها پدیده توسعه نیافتگی را مولود پایین بودن نرخ بهره‌وری می‌دانند^۱. لذا این موضوع بیانگر جایگاه ویژه بهره‌وری در استراتژی توسعه اقتصادی کشورها چه در سطح خرد و چه در سطح کلان بوده و آن را به عنوان یک دیدگاه فکری و اجتماعی و یک فرهنگ مطرح کرده است. در این دیدگاه انسان با نگرشی واقع‌گرایانه به زندگی، تفکر و هوشمندی خود فعالیت‌هایش را با ارزشها و واقعیات منطبق ساخته تا بهترین نتایج را در جهت اهداف مادی و معنوی به دست آورد. در شرایط کنونی افزایش بهره‌وری و استفاده کارا از امکانات موجود، عملاً از یک انتخاب، بالاتر رفته و به یک ضرورت تبدیل گردیده است.

بررسی مولفه‌های رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه پیشرو نشان می‌دهد که سهم افزایش بهره‌وری عوامل تولید از سهم افزایش میزان سرمایه‌گذاری پیشی گرفته است. در حالی که در برخی از کشورها از جمله کشورمان، پایین بودن نرخ بهره‌وری، مشکل کمبود منابع برای

۱-حیدری، غلامرضا، بهره‌وری و توسعه، فصلنامه علمی-پژوهشی اقتصاد کشاورزی و توسعه، مرکز مطالعات برنامه ریزی اقتصاد کشاورزی کشور، ۱۳۷۵، سال دوم، شماره ۵،

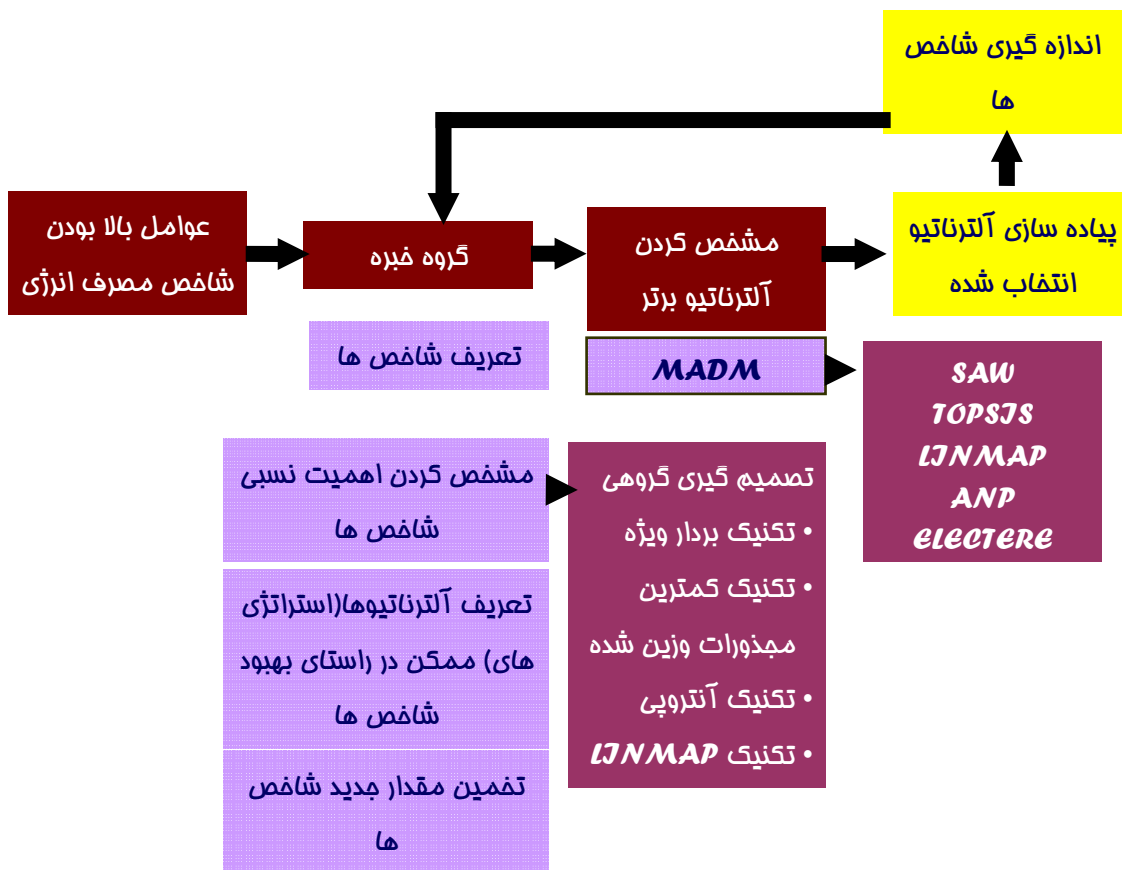
سرمایه‌گذاری را دو چندان ساخته است.^۱ می‌توان گفت که امروزه بهره‌وری به ثروت ملل تبدیل گردیده و ارتقای مستمر آن به عنوان شرط بقای نظام‌ها شناخته می‌شود.^۲

با وجود آنکه انرژی و نیروی انسانی ارزان از مزیت‌های نسبی اقتصاد ایران عنوان می‌شود، ولی با استفاده نادرست و اتلاف این منابع، از این مزیت‌ها بهره‌مندی لازم صورت نمی‌پذیرد.^۳ همچنین نگاهی به وضعیت مصرف انرژی در ایران در مقایسه با سایر کشورهای جهان، اهمیت توجه به مقوله بهره‌وری را بیش از پیش روشن می‌نماید. شدت انرژی^۴ که میزان انرژی مصرفی برای هر واحد تولید ناخالص داخلی می‌باشد در بخش صنعت کشورهای صنعتی حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد شدت انرژی این بخش در ایران است.^۵ در این راستا با توجه به عنایت خاصی که به مسئله بهره‌وری در برنامه‌های توسعه معطوف می‌شود بایستی با انجام پژوهش‌های مناسب، عوامل مؤثر بر مصرف کشور را شناسایی نموده و با اتخاذ سیاست‌های اصولی و ارائه راهبردهای متناسب درصدد رفع تنگناها و عوامل بازدارنده رشد بهره‌وری برآمد. تاکید اصلی در این تحقیق اجرای مدل ارتقاء بهره‌وری انرژی در یک سازمان یا صنعت می‌باشد که صنعت فولاد ایران برای بررسی انتخاب شده است. در این راستا می‌توان با شناسایی و رتبه‌بندی راهکارها بهبود، گام موثری در مسیر بهبود مصرف انرژی در صنعت فولاد برداشت. در تحقیق حاضر سعی شده مدل پیشنهادی زیر(نمودار ۱-۱)، برای ارتقاء بهره‌وری انرژی در یک سازمان به طور عملی تجربه شود. برای نیل به این هدف ابتدا با شناسایی صنعت فولاد به عنوان یکی از صنایع انرژی‌بر کشور و عوامل مؤثر بر مصرف زیاد انرژی در این صنعت نسبت به معرفی شاخص‌های مصرف انرژی در صنعت فولاد اقدام کرده، سپس اهمیت نسبی آنها با استفاده از تکنیک‌های مرتبط مشخص می‌شود. در ادامه راهکارهای بهبود مصرف انرژی در فولاد را با استفاده از نظرات گروه خبره و کمک از تجارب عملی گذشته شناسایی کرده و در انتها راهکارهای بهبود را توسط تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندگانه برای اتخاذ آسانتر تصمیم توسط مدیریت سازمان، رتبه‌بندی نموده و پتانسیل بهبود مصرف برای هر یک از راهکارها مشخص می‌شود. سازمان مورد مطالعه در این تحقیق شرکت فولاد آلیاژی ایران می‌باشد.

۱- امامی میبدی، علی، اصول اندازه‌گیری بهره‌وری و کارایی (علمی، کاربردی)، مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، تهران، ۱۳۷۹، پیشگفتار

۲- دراکر، پیتراف، تلاش‌های تازه برای افزایش بهره‌وری، ترجمه عبدالرضا رضایی نژاد، اطلاعات سیاسی اقتصادی

۳- پیک سیمان، شرکت سهامی عام سیمان فارس و خوزستان، سال یازدهم، شماره ۴۱، بهار ۱۳۸۱، ص ۶۹



نمودار ۱-۱ مدل ارتقاء بهره‌وری انرژی در یک سازمان

۳-۱ ضرورت انجام تحقیق

همواره انرژی، یکی از بحث‌های مهم و اصلی در تمامی صنایع جهان است و میزان مصرف انرژی به عنوان یکی از اصلی‌ترین فاکتورهای تعیین‌کننده قیمت تمام شده محسوب می‌شود. مثلاً قیمت فولاد در اکراین به عنوان یکی از مدعیان این صنعت در جهان همواره متأثر از قیمت گاز وارداتی از روسیه بوده است.

از طرف دیگر انرژی یکی از فاکتورهای تعیین مکان سرمایه‌گذاری می‌باشد. چرا که وجود انرژی و امکان در دسترس بودن آن فاکتور اصلی جهت سرمایه‌گذاری صنایع مختلف می‌باشد و سوی دیگر مصرف انرژی خصوصاً به صورت فسیلی، دارای آلاینده‌گی زیست محیطی بوده و در کشورهای صنعتی حتی در صورت وجود و مقرون به صرفه بودن بخاطر ایجاد آلاینده‌گی با محدودیت مواجه است.

صنعت فولاد به عنوان یک صنعت مادر و انرژی بر ۵ درصد کل مصرف انرژی جهان را به خود اختصاص داده است. این عدد در برخی کشورها از جمله ژاپن به ۱۲ درصد هم می‌رسد و غالباً این انرژی از سوخت‌های فسیلی نظیر زغال سنگ (آلاینده ترین سوخت فسیلی در جهان) تأمین می‌شود. همواره در جهان دغدغه مصرف بی‌رویه انرژی وجود داشته اما در ایران کمتر به این موضوع توجه شده است و انرژی ارزان، ارزان‌تر هدر می‌رود. این موضوع عمیقاً نیاز به توجه خاص و ویژه جهت حفظ ارزش افزوده و حفاظت از محیط‌زیست را دارد. سرانه مصرف انرژی در کشورهای صاحب تکنولوژی فولاد از جمله ژاپن و آلمان در حدود ۱۹ گیگاژول در هر تن و نرم این مصرف در دنیا حدود ۲۵ گیگاژول در هر تن است اما این عدد در ایران فراتر از ۴۵ گیگاژول در هر تن می‌باشد. هر چند به خاطر یارانه‌ای بودن انرژی در ایران، میزان و علل مصرف بالای انرژی در صنعت فولاد ایران کمتر مورد بررسی قرار گرفته است و یا برخی از راهکارهای پیشنهادی عملی نشده است. این در حالی است که تمامی کشورهای صاحب تکنولوژی از تجهیزات انرژی بر زیست محیطی نظیر غبارگیر اسیداسیون کوره بلند استفاده می‌کنند که باعث کاهش سرانه مصرف انرژی می‌شود که در ایران کمتر این نوع تجهیزات پیشرفته مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-۱ اهداف تحقیق

همه ساله مقادیر قابل توجهی از منابع و عوامل تولید کشور (بخصوص انرژی) در صنعت فولاد مورد استفاده قرار گرفته و متعاقب آن مقادیر چشمگیری از تولیدات مربوطه به بازار عرضه شده که در جامعه مصرف می‌گردد. در این میان شناخت عوامل موثر در مصرف فولاد و چگونگی به‌کارگیری آنها در پروسه تولید، در جهت ایجاد تغییرات لازم و مطلوب و ارائه تحلیلهای مبتنی بر اصول اقتصادی، تولید کنندگان را به بهره‌گیری کاراتر نهاده‌های موجود و در نتیجه کسب محصول و درآمد بیشتر رهنمون می‌سازد. نیل به این منظور، مستلزم اجرای مطالعات و پژوهش‌های متناسب و کاربردی می‌باشد و بر پایه یافته‌ها و نتایج حاصل از چنین مطالعاتی تولیدکنندگان در مدیریت واحدهای خویش به اصول اقتصادی توجه خواهند داشت. در همین راستا هدف اصلی این تحقیق ارائه راهکارهای بهبود مصرف انرژی در صنعت فولاد ایران می‌باشد و از اهداف فرعی آن می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- شناخت تحلیل وضعیت موجود

۲- ارائه راه‌حل‌های مناسب در جهت افزایش بهره‌وری

۳- اولویت‌بندی راهکارهای ارائه شده

۵-۱ سوالات تحقیق

سوالات اصلی در این تحقیق به صورت زیر می‌باشند

- ۱- راهکارهای بهبود مصرف انرژی در صنعت فولاد ایران چیست؟
- ۲- اولویت انجام راهکارها به چه صورت می‌باشد؟

۶-۱ فرضیات تحقیق

فرضیات مورد استفاده در این تحقیق به صورت زیر می‌باشند

- ۱- در این تحقیق انواع مختلف فولاد به صورت یکسان در نظر گرفته می‌شوند.
- ۲- تاثیر راهکارها برای فولادهای مختلف یکسان در نظر گرفته شد.

۷-۱ محدودیت‌های تحقیق

- ۱- امکان آن وجود دارد که تمامی پرسشنامه‌ها به ما برنگردد.
- ۲- ممکن است منابع جمع آوری اطلاعات همکاری لازم را با ما نداشته باشند.

۸-۱ مروری بر تحقیقات پیشین

در این تحقیق برای ارزیابی و استخراج معیارها، شاخص‌های مناسب و مدل‌های مناسب مطالعات کتابخانه‌ای گسترده‌ای انجام گرفته است که در زیر به تعدادی از آنها اشاره می‌شود:

در سال ۱۳۸۱ نادر دشتی به بررسی بهره‌وری انرژی در صنعت سیمان پرداخته است و با استفاده از سه شاخص سولو، کندریک و ترانسلوگ، بهره‌وری را مورد بررسی قرار داده و راهکارهایی در جهت افزایش بهره‌وری انرژی ارائه نموده است. [۱۱]

سال ۱۳۸۲ سید علی میرنژاد در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود به شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر بهره‌وری شرکت فراورده‌های نسوز پارس یزد با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری MCDM^۱ در محیط فازی پرداخته است. تکنیک‌هایی که وی در تحقیق خود به کار گرفته است AHP، TOPSIS^۲، ELECTRE^۳ و LINMAM^۴ می‌باشد. از این پایان‌نامه می‌توان مباحث مربوط به تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره را برداشت کرد. [۳۳]

-
- 1-Multiple – criteria – decision - making
 - 2-Technique for order – Preference by Similarity to ideal Solution
 - 3 -Elimination et choice Translating reality
 - 4- Linear – Programming for Multidimensional analysis of Preferenes

در سال ۱۳۸۳ محمدصادق پیماندار در کتاب تحلیل و محاسبه بهره‌وری به بررسی انواع بهره‌وری انرژی، بهره‌وری نیروی انسانی و بهره‌وری سرمایه پرداخته است. از این کتاب می‌توان جهت محاسبه بهره‌وری انرژی در تجهیزات انرژی بر استفاده کرد. [۱۳]

در سال ۱۳۸۵ کامبیز رضاپور و محمدحسن زربخش در کتاب مبانی صرفه‌جویی و اصول مدیریت انرژی، راهکارهای مناسب جهت بهینه‌سازی انرژی را تشریح نموده‌اند. از این کتاب می‌توان مفاهیم و اصول مدیریت انرژی را برداشت کرد. [۱۲]

در سال ۱۳۸۵ راهکارهای قابل اجرا در کارخانه سیمان شمال جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی الکتریکی توسط آقایان ذبیحی، موسی خانی و نصرآبادی ارائه شد. این راهکارها نتیجه انجام ممیزی انرژی در این واحد تولیدی می‌باشد ولی در ادامه‌ی ارائه راهکارها در این تحقیق، اولویت انجام آنها مشخص نشده است. [۱۶]

آقایان فاتحی‌فر، پاک‌نیا و کشاورز در سال ۱۳۸۵ راهکارهای عمومی و کلی را برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی ارائه نمودند. ایشان در مقاله خود استفاده از تکنولوژی‌های جدید و مواد اولیه بهتر و سازگار با محیط زیست و استفاده بهینه از مواد و بازیابی آنها در صنایع مختلف را به عنوان راهکارهایی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی معرفی کردند. [۱۷]

در سال ۱۳۸۵ شایگان و راست‌گفتار به بهبود مصرف انرژی در صنعت کاشی و سرامیک پرداخته‌اند. در این مقاله پس از اشاره به فرآیند تولید محصولات کاشی و سرامیک و روش‌های ساخت کاشی، به حامل‌های انرژی در بخش‌های مختلف تولید در صنعت کاشی و سرامیک و پتانسیل صرفه‌جویی انرژی کل در این صنعت پرداخته است. [۱۸]

مسعود هنرور در سال ۱۳۸۵ نسبت به بررسی وضعیت مصرف انرژی و روش‌های بهینه‌سازی در شرکت قند اصفهان پرداخته و راهکارهای مناسبی را جهت نیل به مقصود خود معرفی نموده است. در این تحقیق نیز راهکارهای ارائه شده رتبه‌بندی نشده و اولویت انجام آنها مشخص نمی‌باشد. [۲۵]

در سال ۱۳۸۵ حمیدرضا شهری مطالعه کلی در روش‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی در کارخانجات سیمان ایران انجام داده و در انتها مطالعات و تحلیل‌های بیشتر برای الگوهای مصرف در این صنعت را متذکر شده است. [۱۹]

در سال ۱۳۸۶ داودنژاد به شناسایی و ارزیابی روش‌های بهبود بهره‌وری انرژی در پالایشگاه سرخون پرداخته است و سپس با استفاده از تکنیک AHP^۱ راهکارهای به‌دست آمده را رتبه‌بندی نموده است. از این پایان‌نامه می‌توان مباحث مربوط به مدیریت انرژی را برداشت کرد. [۱۵]

در سال ۱۳۸۷ مجتبی طواری، محمد علی سوخکیان و سیدعلی میرنژاد عوامل موثر بر بهره‌وری نیروی انسانی را با استفاده از تکنیک‌های MCDM شناسایی و اولویت‌بندی کردند. ایشان در تحقیق خود از روش‌های AHP، TOPSIS، ELECTRE و SAW^۱ را استفاده کرده‌اند. از این پایان‌نامه می‌توان مباحث مربوط به تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره را برداشت کرد [۳۴]

در بررسی‌های انجام شده توسط فارلا و همکارانش [۲۰] شاخص مصرف انرژی برای مقایسه بین‌المللی با استفاده از چهار منبع مختلف مقایسه شده است. این بررسی نشان‌دهنده اشتباهات متعددی در گزارش‌دهی اطلاعات است که مقایسه‌ها را مشکل می‌کند. همچنین در نظر گرفتن مرزهای متفاوت برای واحدها و تعریف به کار رفته برای انرژی (از جمله مواد اولیه) می‌تواند به طور مضاعف مقایسه‌ها را مخدودش کند.

ایچپامر و همکارانش [۲۱] توصیه می‌کنند در مطالعات مقایسه‌ای آنالیز دقیق‌تر و با در نظر گرفتن پارامترهای جزئی در فرآیند و حتی‌الامکان شاخص‌های توصیفی از جمله ساختار حامل‌های آهن، احیاء کننده‌ها، نحوه بازیافت گازهای حامل انرژی فرایند، ظرفیت‌های تولید، میزان درهم تیدگی و مانند آن صورت گیرد.

در گام نخست، گزارش‌ها و مطالعات داخلی انجام گرفته بر روی صنایع فولاد مورد بررسی قرار گرفته است. در این زمینه دو گزارش عمومی، تحت عناوین « مصرف انرژی در صنایع فولاد و بررسی معیارها » تهیه شده توسط سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی [۲۲] و « تدوین استاندارد مصرف انرژی در صنایع آهن و فولاد کشور » تهیه شده توسط سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور [۲۳] و سایر منابع داخلی، مطالعه و بررسی گردید.

متأسفانه با توجه به اینکه گزارش‌ها به صورت کلی و بدون در نظر گرفتن نقش پارامترهای فرآیندی و مواد اولیه و همچنین تفکیک دقیق مصارف انرژی تدوین شده‌اند نتایج دقیق و قابل استفاده‌ای ارائه نکرده و از این رو به عنوان مبنای مقایسه نتایج قرار گرفته‌اند.

در مطالعه دیگر منابع خارجی گزارش « ورل » و همکاران [۲۴] مورد بررسی قرار گرفت. این مجموعه به عنوان مرجع اکثر مطالعات بعدی شامل مطالب جامعی در خصوص شرح و توضیح تاریخیچه، فرآیندهای تولید آهن و فولاد، آخرین تحولات تکنولوژی این عرصه، تعیین شدت مصرف تئوری فرآیندها، ارائه نمونه‌های بهینه موجود و در نهایت بررسی روش‌های افزایش بهره‌وری انرژی در کوتاه مدت و بلندمدت می‌باشد. مرجع بعدی مورد بررسی، اطلاعات منتشر شده شرکت میدرکس است [۲۵] در این گزارش مصارف ویژه تولید فولاد مذاب به روش احیاء مستقیم، کوره بلند و سایر روش‌های جایگزین مقایسه و آمار بهترین عملکرد جهانی در هر روش ارائه شده است.

^۱ -Simple-additive-weighting method